

(11) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第 2 7 5 1 0 9 0 号

(45) 発行日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 5 月 1 8 日

(24) 登録日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 2 月 2 7 日

(51) Int. Cl.

識別記号

序内整理番号

F 1

C02F 1/468

C02F 1/46

103

B01D 61/48

B01D 61/48

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 1 1 6 5 8 1

(22) 出願日 平成 5 年 (1 9 9 3) 4 月 2 1 日

(65) 公開番号 特開平 7 - 2 3 6 3 8 9

(43) 公開日 平成 7 年 (1 9 9 5) 9 月 1 2 日

審査請求日 平成 7 年 (1 9 9 5) 1 1 月 6 日

(73) 特許権者 0 0 0 2 3 2 8 6 3

日本錬水株式会社

東京都豊島区南大塚三丁目 4 3 番 1 1 号

(73) 特許権者 0 0 0 1 3 4 9 3 6

株式会社ニチビ

東京都中央区京橋 3 丁目 1 番 2 号

(72) 発明者 内野 肇

東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号日

本錬水株式会社内

(72) 発明者 田嶋 志彦

東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号日

本錬水株式会社内

(72) 発明者 堀江 広

千葉県船橋市高根町 7 - 2 1 - 5

(74) 代理人 弁理士 長谷川 一 (外 2 名)

審査官 斎藤 克也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 純水製造装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜を交互に配列した電気透析装置の脱塩室に、再生形の強酸性陽イオン交換繊維、再生形の強塩基性陰イオン交換繊維及び陽イオン交換基を持たない不活性の合成繊維の混合体からなる在状充填物を収容してなることを特徴とする純水の製造装置。

【請求項 2】 在状充填物におけるイオン交換基を持たない不活性の合成繊維は、該在状充填物に対する混合割合が 3 0 ～ 6 0 重量％である請求項 1 記載の純水製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】 本発明は純水の製造装置、一層

2

詳しくは電気透析作用を利用した純水製造装置の改良に係わるものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 純水を製造する方法として、イオン交換樹脂の充填床に被処理水を通して純水を得、能力の低下したイオン交換樹脂は酸やアルカリの再生剤を用いて再生した後、繰り返し利用するイオン交換樹脂法が広く用いられている。しかしながら、この方法は、イオン交換樹脂の再生操作が煩雑であるばかりでなく、多量のアルカリ性及び酸性の再生剤廃液が排出される欠点があり、再生剤を使用しない純水の製造法が望まれている。

【0 0 0 3】 このような要望に基いて、近年イオン交換樹脂とイオン交換膜を組み合わせた純水製造法が提案されている。この方法は在状状態のイオン交換樹脂が良好な良電導体であることに着目し、該及び陽イオン交換膜

を隔膜として、電気透析の作用を利用したものであり、陰イオン交換膜と陽イオン交換膜とで挟まれた電気透析装置の脱塩室にイオン交換樹脂を充填し、この室に電圧を印加しながら脱塩されるべき被処理液を流通させ、純水を得るものである。

【0004】この方法は処理中、被処理水中の不純物イオンは再生形のイオン交換樹脂によりイオン交換され、イオン交換樹脂が捕捉した不純物イオンは通電により脱離され、脱離した不純物はイオン交換膜によって分別され、イオン交換樹脂によるイオン交換と再生とを併せて行いながら純水を製造するのである。このように、イオン交換膜とイオン交換樹脂を用いて純水を製造する、いわゆる電気再生式純水製造法によれば、イオン交換樹脂の再生操作が必要なく、その再生のための酸やアルカリを用いる必要もなく、極めて好都合な方法といえる。

【0005】しかしながら、従来の上記電気再生式純水製造法で用いられる装置では、再生形の混合イオン交換樹脂が充填された脱塩室に被処理水を流通している際、被処理水の流量変動や、脱塩室に蓄積した懸濁物を系外に排出する際に、混合状態にある陰、陽イオン交換樹脂が分離する（陰、陽イオン交換樹脂が実質上、均質に分散、混合していたのが、両樹脂の比重差により、不均質な分散状態になる）おそれがあり、安定した水質の純水が得られなくなり欠点があった。このため、特公平4-72567号公報記載の装置では、脱塩室（イオン分離室）を特定の大きさに細分化することにより混合イオン交換樹脂の流動化による混合樹脂層の分離を防止する手段を提案しているが、装置が複雑になり、保守管理が煩雑になる不都合があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来知られている上記電気再生式純水製造装置における、脱塩室にイオン交換樹脂を充填する方式に比べ、処理水の水質を向上させ、樹脂充填操作の煩雑さを解消する装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するものであって、その発明の要旨とするところは、陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜を交互に配列した電気透析装置の脱塩室に、再生形の強酸性陽イオン交換繊維、再生形の強塩基性陰イオン交換繊維及びイオン交換基を持たない不活性の合成繊維の混合体からなる布状充填物を收容してなることを特徴とする純水の製造装置に存する。

【0008】本発明装置の一例を図1によって説明する。図1は、その装置の垂直断面正面略図であり、図中、1は槽本体、2は陽極板、3は陽極室、4は陰極板、5は陰極室、6は陰イオン交換膜、7は陽イオン交換膜であり、陰イオン交換膜6と陽イオン交換

膜7とに挟まれて脱塩室8-1が構成されている。同様にして陰イオン交換膜6-2と陽イオン交換膜7-2とに挟まれて第2の脱塩室8-2が形成され、このように陰イオン交換膜と陽イオン交換膜とが交互に配列され図1のものでは5組の脱塩室が形成されている。

【0009】この脱塩室8-1以下、計5組の脱塩室には、再生形の強酸性陽イオン交換繊維、再生形の強塩基性陰イオン交換繊維及びイオン交換基を持たない不活性の合成繊維の混合体からなる布状充填物1-1が充填されている。そして、陽イオン交換膜7-1と陰イオン交換膜6-2とに挟まれた符号9-1で示す室、更に陽イオン交換膜7-2と陰イオン交換膜6-3とに挟まれた符号9-2で示す室は濃縮室となっている。かかる濃縮室は図1の装置では4室形成されている。

【0010】陽極室3及び陰極室5には電導性をもたせるように電解質溶液が満たされるようにしておく。この電解質溶液の濃度は通電中に漸次低下していくので、常に一定値を維持させるのが好ましく、この方法としては、上記濃縮室9-1、9-2から排出される濃縮水の一部を循環させるようにするのがよい。そして陽極室3へは電解質溶液流入管1-1-1から該溶液が導入され、電解質溶液流出管1-1-2から排出され、陰極室5においては、同様に電解質溶液流入管1-1-3から該溶液が導入され、電解質溶液流出管1-1-4から排出される。

【0011】更に、脱塩室8-1、8-2以下3室の脱塩室には、並行して被処理水（脱イオンされる水）をその流入管1-2-1から送給し、処理された水（脱イオンされた水）は流出管1-2-2から流出され、同時に、濃縮室9-1、9-2以下2室の濃縮室にも被処理水を流入管1-3-1から送給し、イオン濃度を増大された水は流出管1-3-2から排出される。

【0012】上記経路により水を流通させながら、陽極板2及び陰極板4から直流電流を通ずると、脱塩室8-1、8-2、…では被処理水中の不純物イオンが布状充填物1-1に含まれる陰、陽イオン交換繊維により除去され、純水が製造されると共に、イオン交換繊維に捕捉された不純物イオンは陰、陽イオン交換膜により電気透析されて濃縮室9-1、9-2…に移動し、濃縮水として流出管1-3-2から流出される。脱塩室と濃縮室への被処理水の供給量は被処理水の組成によるが、通常、1:1～5:1の範囲で行われる。

【0013】本発明の純水製造装置は陰極と陽極の電極間に陽イオン交換膜と陰イオン交換膜が交互に配列された構造の、公知の電気透析装置が特に制限されることなく使用できる。例えば、陰極と陽極との間に陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を、それぞれ室壁を介して交互に配列し、これら陽イオン交換膜と室壁によって脱塩室と濃縮室とを形成する構造と異なる、例えば、U型やL型など様々な電等価電気透析装置を用いられる。

【0014】本発明は、脱塩室に再生形の強酸性陽イ

ン交換繊維と再生形の強塩基性陰イオン交換繊維、及びこれに更にイオン交換基を持たない不活性の合成繊維を加えてなる混合体を、脱塩室の厚さに見合った厚さの布状体として充填することを特徴とするが、ここで用いられる陰、陽イオン交換繊維としては、ポリスチレン系、ポリフェノール系、ポリビニルアルコール系、ポリアクリル系、ポリエチレン系、ポリアミド系などのポリマーに陽イオン交換基、陰イオン交換基を付加したものが用いられる。かかるイオン交換繊維としては市販のものが使用できる。

【0015】陰、陽イオン交換繊維と混和される、イオン交換基を有しない不活性合成繊維としては、イオン交換基を有しない合成繊維であれば特に制限されず使用可能であり、代表的なものとしては、ポリエステル、ナイロン等からなるものが挙げられる。これらイオン交換繊維と不活性合成繊維の混合体を布状物にした形態としては、フェルト、不織布、ペーパー、編み物、織み紐等の形態が挙げられ、脱塩室に充填する場合は通常、単位面積当たりの重量で評価する。

【0016】強酸性陽イオン交換繊維と強塩基性陰イオン交換繊維の充填割合は、通常イオン交換容量がほぼ相当量となるようにし、これに不活性合成繊維を加えて布状充填物を形成させるが、不活性合成繊維の割合を布状充填物全体の0重量%から100重量%の間で変えると、不活性合成繊維が100重量%ではイオン交換繊維が全く存在しないため、通常の電気透析と同程度の悪い水質しか得られない。一方、不活性合成繊維が全く混在しない場合、即ち0重量%であると、後述の作用の説明にあるように、陰、陽イオン交換繊維同士が接点を持つことにより起ると考えられるイオン移動の阻害が起こり、良い水質が得られない。そのため適度な不活性合成繊維の含有率が必要になる。

【0017】本発明者等は上記不活性合成繊維含有率の異なる種々の充填物について検討を重ねた結果、陰、陽イオン交換繊維及び不活性合成繊維の混合体である布状充填物中に占める不活性合成繊維の割合が全体の20～70重量%、特に好ましくは30～60重量%であるときに、被処理水中の不純物イオンが速やかに捕捉され、かつ速やかにイオン交換膜外にイオン移動することを見出した。上記布状充填物の厚さは、見掛密度により異なるが、通常は脱塩室の室の厚さよりも20～80%厚くしておき、脱塩室に圧密充填できる程度とするのが好ましい。

【0018】

【作用】本発明は上述のように、脱塩室に、陰、陽イオン交換繊維と不活性合成繊維との混合体からなる布状充填物を充填し、電気透析機能を利用して純水を製造するようにした点に特徴を有するが、以下操作条件の面で、脱塩室に粒状の強酸性イオン交換樹脂と強塩基性イオン交換樹脂との混合体を充填して純水を製造した場合より

も、作業の面で有利であるばかりでなく、より純度の高い純水が得られる。具体的には、脱塩室に粒状のイオン交換樹脂を充填する際、粒状樹脂を均一の厚みで、かつ陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂とを、均一な分散混合状態を保ち、分離しないよう充填することは極めて繁雑な作業である。これに対し、イオン交換繊維と不活性合成繊維との混合体である布状充填物の場合は、厚みはほぼ均一を保ち、陽イオン交換繊維と陰イオン交換繊維の間で分離を起して不均一な混合状態となる恐れはなく、極めて簡便な作業により脱塩室に充填できる。

【0019】更に、粒状のイオン交換樹脂の場合は、脱塩室における被処理水の通水中にも陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂との間で分離を起して不均一分散混合状態となる恐れがあり、これは処理水水質の悪化につながる。このため、脱塩室への通水方向を上向流にすることができないが、本発明におけるようにイオン交換繊維と不活性合成繊維との混合体からなる布状充填物にすれば通水方向を上向流にでき、かくすることによって下向流の場合に起こり易い被処理水の偏流による処理水水質の不安定化を阻止することができる。

【0020】また、本発明装置によれば、粒状の陰、陽イオン交換樹脂を用いる場合に比べ、純度の高い純水が得られる。その理由は明確でないが、次のように考えられる。粒状のイオン交換樹脂の場合は、例えば捕捉された不純物イオンが陽イオンであれば、電圧を印加することにより、不純物イオンは隣り合う陽イオン交換樹脂粒同士の表面を伝わり、マイナス電位の方に移動し、捕捉されたイオンが陰イオンであれば、隣り合う陰イオン交換樹脂粒同士の表面を伝わり、プラス電位の方に移動し再生されるが、陽イオン交換樹脂粒の隣が陰イオン交換樹脂であるような場合には、異なるイオン交換樹脂のため、イオンの移動が妨害阻止され、再生の効率が悪くなる。

【0021】一方、本発明装置におけるようにイオン交換繊維を用いる場合は、一旦捕捉された不純物イオンは、陽イオンであれば、一本の陽イオン交換繊維表面を伝わり、マイナス電位の方に移動し、捕捉されたイオンが陰イオンであれば、一本の陰イオン交換繊維表面を伝わり、プラス電位の方に移動し再生されるが、イオン交換樹脂の場合と異なり、イオン交換繊維の場合は連続して一本につながっているため再生効率が良く、より純度の高い純水が得られると考えられる。

【0022】しかしながら、イオン交換繊維の場合一本につながっているため、イオン交換樹脂の場合に比べ、表面をイオンが伝わり易いため、一本の陽イオン交換繊維と一本の陰イオン交換繊維が隣着し接点を持つような場合は、その接点で陽イオン及び陰イオンの移動が阻止されて、イオン交換基を持たない不活性合成繊維を混合することにより、陰、陽イオン交換繊維同士の接点が出来なくなり、イオン移動がスムーズに行われ

ることになり、再生効率が更に良くなり、より純度の高い純水が得られると考えられる。なお、不活性合成繊維の混在により、布状充填物全体の強度が補強される。

#### 【0023】

【実施例】次に本発明装置を用いて純水を製造した実施例を説明する。

#### 実施例 1

この実施例では、脱塩室に充填する布状充填物における強酸性陽イオン交換繊維、強塩基性陰イオン交換繊維及び不活性合成繊維の混合体中の不活性合成繊維の割合を種々変えて純水の製造を行った。

【0024】上記強酸性陽イオン交換繊維としては、ポリビニルアルコールからなる主鎖にスチレン及びジビニルベンゼンを共重合させ、交換基としてスルホン酸基を付加してなるものを用い、強塩基性陰イオン交換繊維としてはポリビニルアルコールの主鎖にトリメチルアンモニウム基を付加してなるものを用い、この両イオン交換繊維を交換容量で同量混和し、これに不活性合成繊維としてポリエステル繊維を種々の割合で加えて混合状態にした後、下織布状にして使用した。装置としては図 1 に示す構造であって、ただし、脱塩室 3 室、濃縮室 2 室よりなるものを用いた。

【0025】脱塩室は縦 390mm、横 130mm、厚さ 1mm で、これに上記布状充填物を収納する。濃縮室は縦 390mm、横 130mm、厚さ 2mm で、これには何も充填しない。陰イオン交換膜としてはセリミオン AMI（旭硝子（株）製、セリミオンは同社登録商標）を用い、その寸法は縦 390mm、横 130mm であり、陽イオン交換膜としてはセリミオン CMD（旭硝子（株）製）を用い、その寸法は縦 390mm、横 130mm であった。脱塩される被処理水としては、純水に、食塩 2.0 重量%と炭酸水素ナトリウム 8.0 重量%の割合からなる混合物を炭酸カルシウム換算で 10ppm に当る量を溶かした塩含有水を用い、これを 20リットル/時の流速で脱塩室並びに両電極室に通す。濃縮室にも同じ組成の塩含有水を、同じ流速で通す。

【0026】上記通水と同時に、両電極室の電極板に、直流電流が、一定して 200mA で流れるように印加し、脱塩室より流出する処理水の電気電導度を測定した。その結果を図 2 に示す。この図表は脱塩室に充填する布状充填物中の不活性合成繊維の割合を変え、横軸）、処理された水の抵抗率（電気電導率の逆数）（縦軸）を示すものである。この結果から、不活性合成繊維の混合割合が 2.0～7.0 重量%の範囲にあるのが好ましく、3.0～6.0 重量%の範囲内にあるときは特に好ましいことがわかる。

#### 【0027】実施例 2

実施例 1 におけると同じ純水製造装置を用いて通水テストを行った。ただし、この例では脱塩室の厚さを、3

～5mm の範囲で変化させた。布状充填物における不活性合成繊維の含有割合は 5.0 重量%とし、その他の条件は実施例 1 と同じにした。その結果を図 3 に示す。この結果から、脱塩室の厚さが 2mm を越えるとき、処理水の抵抗率の低下が見られた。

#### 【0028】実施例 3

実施例 1 と同じ純水製造装置を用いて通水テストを行った。ただし、ここでは本発明と対比するため、粒状のイオン交換樹脂を脱塩室に充填し、その他は同じ条件で水処理する比較例を行った。即ち、脱塩室に、比較例 1 として強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂（I 型）を同当量混合したものを充填したものを用い、また比較例 2 としては強酸性陽イオン交換樹脂と強塩基性陰イオン交換樹脂（I 型）を同当量混合し充填したものを用いた。一方、本発明例としては、脱塩室に上記実施例 1 記載の布状充填物（不活性合成繊維含有割合 5.0 重量%）を充填したものを用いた。

【0029】そして上記比較例及び本発明例において、脱塩する被処理水としては、図 4 の横軸に示すように電気電導率（ $\mu S/cm$ ）の異なるものを用い、その他の条件は実施例 1 におけると同じにし、処理して得られた水の抵抗率を測定した。その結果を図 4 に示す。図中、二重丸を付してある曲線が上記本発明例に係わるものであり、三角印を付してある曲線は比較例 1 に係わり、一重丸を付してある曲線は比較例 2 に係わるものである。

【0030】この図 4 から次のことが明らかである。即ち脱塩室にイオン交換樹脂を充填した比較例 1 及び 2 の場合に比べ、イオン交換繊維及び不活性合成繊維の混合体からなる布状充填物を充填した本発明の例の方が、被処理水の電気伝導率が、かなり高いイオン量の多い場合でも、処理水は抵抗率がより高い、即ち純度の高い水質が得られることが示されている。

#### 【0031】実施例 4

実施例 1 と同じ純水製造装置を用いて通水テストを行った。この例では、脱塩室及び濃縮室における通水方向を共に上向流にした場合（即ち図 1 においては、被処理水の流入管 121 から脱塩室 81、82 へに対し矢印方向に通水し、かつ濃縮室 91、92 に対し、流入管 131 から矢印方向に通水しているが、これと同じ通水方向を採る。これを第 1 の通水の場合という）と、脱塩室に対しては第 1 の通水の場合と反対に下向流とし、濃縮室に対しては上記第 1 の通水の場合と同様、上向流で通水する場合（これを第 2 の通水の場合という）と 2 通りの通水方向を採り、その他は実施例 1 と同一の条件を採った。得られた処理水の抵抗率（単位は  $M\Omega \cdot cm$ ）を測定し、その結果を下記表 1 に示す。

#### 【0032】

#### 【表 1】

	脱塩室	濃縮室	処理水抵抗率
第1の通水	上向流	上向流	18.2
第2の通水	下向流	上向流	18.2

【0033】即ち、脱塩室に対し、上向流で通水しても下向流で通水しても処理水の抵抗率に差はなく、純度の高い水質の水が得られた。

【0034】

【発明の効果】脱塩室に強酸性陽イオン交換繊維、強塩基性陰イオン交換繊維及びイオン交換基を持たない不活性の合成繊維の混合体からなる布状充填物を充填するとにより、得られる水の純度が向上し、イオン交換体充填操作の煩雑さが軽減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明装置の一例の垂直縦断正面略図。

【図2】実施例1における不活性の合成繊維含有率変化と、その結果得られる処理水の抵抗率の変化の関係を示すグラフ。

【図3】実施例2における脱塩室の厚さの変化と、その

結果得られる処理水の抵抗率の変化の関係を示すグラフ。

【図4】実施例3における被処理水の電気導度変化とその結果得られる処理水の抵抗率の変化の関係を示すグラフ。

【符号の説明】

2 陽極板

4 陰極板

6 1 陰イオン交換膜

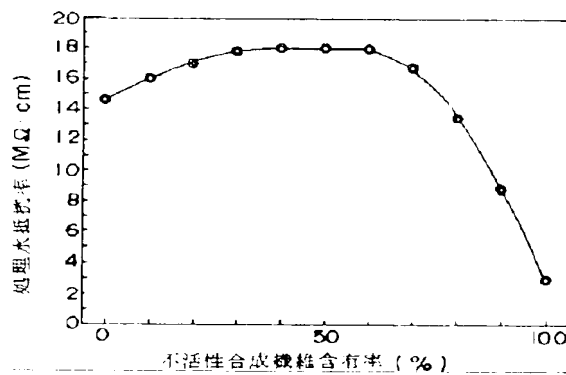
7 1 陽イオン交換膜

8 1 脱塩室

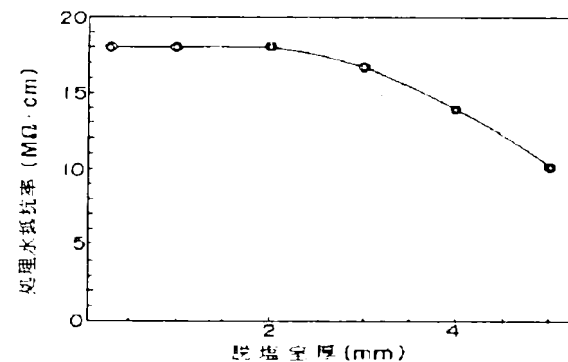
9 1 濃縮室

10 1 陰、陽イオン交換繊維及び不活性の合成繊維よりなる布状充填物

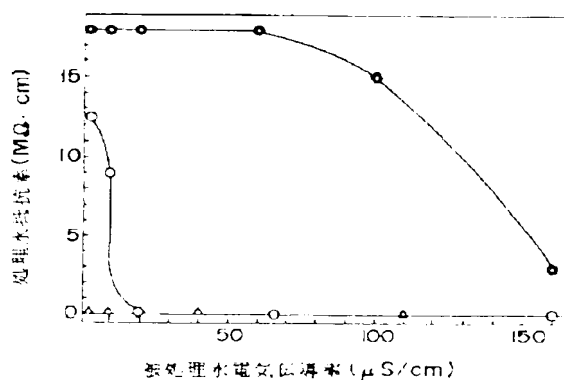
【図2】



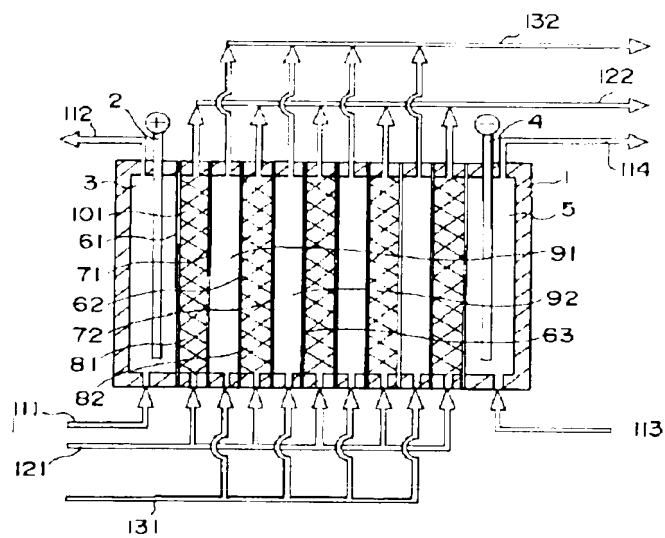
【図3】



【図4】



【図 1】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 5 - 6 4 7 2 6 ( J P , A )  
 特開 平 6 - 7 9 2 6 8 ( J P , A )